



* Hat év GM-vita (irodalmi áttekintés)

Baintner K.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Élettani Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor u. 40.

Több mint hat évvel ezelőtt, 1998. augusztusában tette meg a Skóciában élő Pusztai Árpád a nagy vihart kavart bejelentését a londoni TV-ben (Granada channel), amely aztán az európai fogyasztók többségét a **genetikailag módosított (GM)** növényekből készült **élelmiszerek** ellen fordította, sőt egyeseket általánosságban a biotechnológia ellen is. Azóta a helyzet is sokat változott, a vélemények is kristályosodtak, az enyém is. Ebben a cikkben a visszpillantás mellett pro és kontra érveket szeretnék ütköztetni.

A **GM-támogatók** érveit a következőképpen összegezhethetjük: Kizárt dolog, hogy a genetikai módosítás bármilyen problémát okozhatna, hiszen ez végeredményben ugyanolyan, mint az évezredek óta sikerrel gyakorolt keresztezés. – Függetlenül attól, hogy ez a vélemény milyen mértékben sántít, egy új technológiánál sohasem lehet teljesen kizárni az előre nem látható problémákat, amint arra az irodalom számos példát hoz fel (*Hoffman-Riem és Wynne*, 2002). A GM ellenzői rámutatnak, hogy a növényi biotechnológiánál is előfordultak problémák, például egy gyomnövénynek, a vadrepcének a keresztbeporzása a GM-repce (canola) pollenjével (*Hall et al.*, 2000) vagy a GM-kukorica nem-kívánt tovaterjedése. A humán génterápiát is többször le kellett állítani halálos baleset előfordulása, illetve fehérvérűség okozása miatt. Vitatott, hogy egy toxikus triptofán készítmény okozta több mint félszáz halálesetnél (eosinophilia-myalgia szindróma, bőséges irodalommal) mennyiben játszott közre a technológia megváltoztatása és mennyiben a triptofánt szintetizáló mikroba genetikai módosítása. Mindenesetre furcsa, hogy a hatalmas kártérítési összeget a biotech cégek „dobták össze” a vétkes japán cég számára. A szakértői vizsgálatokat a bíróság előtti megegyezéssel előzték meg, a mikroba törzset pedig elpusztították. Úgyhogy mindenki azt gondol, amit akar. Egy biztos, **a genetikai módosítással járó veszély nem valamilyen elvont hipotézis**, hanem nagyon is reális formákat ölthet, még ha ritkán is. Ilyenkor aztán csak utólag lehetünk okosak.

A **GM ellenzői** azt hangoztatják, hogy a genetikailag módosított növényeket először alaposan meg kell vizsgálni és csak utána szabad azokat rászabadítani a környezetre, illetve az élelmiszer-fogyasztóra. Ebben mindenki egyet is ért, az ördög azonban a részletekben van elrejtve, még pedig abban, hogy mit célozzunk meg a vizsgálatokkal, hogyan vizsgáljunk, ki vizsgáljon és ki állja a számlát. A biotechnológia ellenzői nem elégszenek meg azzal, ha nem lehet káros hatást kimutatni, hanem megfordítják a kérdést, az ártalmatlanság bizonyítását kívánják. Az ilyen igények teljesíthetősége azonban nagyon is kérdéses. Ha százféle vizsgálat eredménye egyöntetűen negatív, akkor még mindig lehet követelni a 101-ediket, obstruálva az új termék bevezetését.

*Másodközlés

Nyilvánvaló, hogy valamiféle **kompromisszumra** volt és van szükség. A biotech cégeket sürgeti a verseny és a befektetett tőke megtérülésének igénye, nem akarnak túl sok pénzt és időt vesztegetni olyan biztonsági kérdésekre, amelyeket egyébként is feleslegesnek gondolnak. A jó lobby-munka következményeként az USA-ban az egymást követő kormányzatok meg is könnyítették a biotech cégek dolgát. Ennek ellenére állatkísérletek is történtek. Az ételmezési célokra (is) szánt szójababot többféle állatfajjal is etették (hal, baromfi, kérődző, monogasztrikus állat), de a vizsgálatok részletessége, mélysége nem volt kielégítő. Ezután a GM-szója, majd a GM-kukorica is rázúdult az amerikai fogyasztóra, egy hatalmas, globális kísérlet formájában. Az USA-ban jelölés híján a beteg még azt sem tudja megmondani a házi orvosának, hogy egyáltalán fogyasztott-e valamilyen GM-alapú élelmiszert. Erre mondta Pusztai: „*A kísérleti nyulaknak a laboratóriumban van a helyük és nem az utcán!*” Az ilyen „kézben nem tartott” kísérlet kizárólag akkor értékelhető, ha akut toxicitás mutatkozik. Szerencsére ilyen nem fordult elő, de nem is volt várható. De mi van a statisztikusan vagy hosszabb idő után érvényesülő az alattomos hatásokkal? A dohányzásról több száz év után derült ki, hogy több szempontból is rendkívül ártalmas, és ezután még kb. egy évtizeden át titkolták, illetve letagadták az eredményeket. Felelősök nincsenek.

Nézzük meg, hogy a GM-élelmiszerekkel történt „globális kísérlet” alapján milyen következtetések levonására került sor. Egy pro-GM vélemény: „Senkinek sem nőtt négy füle és hat lába.” (No comment.) Egy anti-GM vélemény: A gasztrointesztinális és az allergiás megbetegedések egyébként is folyamatosan emelkedő tendenciájában a görbe a GM-élelmiszerek megjelenésének megfelelően egy kedvezőtlen törést mutat. Csak az a baj, hogy senkit sem ismerek, aki ezeket a görbéket látta volna. Saját véleményem a következő: A piac-vezető biotech cég felelőtlenül járt el ugyan, az idő teltével mégis egyre inkább úgy látszik, hogy **megúsztuk a dolgot, hisztéria-keltésre nincsen ok.** (A tudományos elit egyébként sem ismerne el semmilyen kollektív vagy egyéni felelősséget.) A pro-GM tábor azt mondhatja, hogy „ugye megmondtuk előre”, az anti-GM tábor pedig a Pusztai-féle kísérletekkel hozakodhat elő. A kétféle kísérlet között azonban olyan sokféle különbség van, hogy az ellentmondó eredmények nem feltétlenül zárják ki egymást.

A PUSZTAI-EWEN KÍSÉRLET: VISSZATEKINTÉS

A skót Mg. Minisztérium már a kezdet kezdetén jelentős összeget áldozott a genetikai módosítás biztonsági kérdéseire. Számos brit intézmény és kutatócsoport kooperált egy lektin-génnel módosított burgonya előállításában és vizsgálatában. A patkányokkal való etetési kísérleteket és az immunológiai vizsgálatokat Pusztai Árpád vezette, a szövettani és morfológiai vizsgálatokat pedig Stanley Ewen végezte. A kísérletek még 1996-98-ban történtek Aberdeen-ben, de ilyen méretű és mélységű vizsgálat azóta sem történt GM-növénnel. Érdemes röviden **vizsszatekinteni** ezekre a munkákra, hogy összefoglalhassuk a körülöttük lezajlott nagyon sok vitát, az azóta felmerült újabb szempontokat és az „elvarratlan szálakat”.

Pusztai és Ewen olyan paramétereket követtek nyomon, amelyek a GM-élelmiszert fogyasztó embereken nem vagy csak nehezen vizsgálhatók. Azt találták, hogy a GM-burgonyát legalább egy héten át és **a diéta nagy százalékában** fogyasztó patkányoknál a gyomor- és bélhámsejtek gyorsabban szaporodtak, minek következtében szignifikánsan megvastagodott a vékonybélben az un. kriptákat tartalmazó réteg (*Ewen és Pusztai, 1999*). Ez a bélnek egy jól ismert reakciója mindenféle káros hatással szemben. A morfológiai vizsgálat jelentős gyakorlatot és felkészültséget igényel, ami a jelen

esetben megvolt, és az eredményeket Európa vezető orvosi lapjában, a Lancet-ben publikálták (Ewen és Pusztai, 1999). Ez a lap szövettani felvételeket nem közöl, a morfometria alapjául szolgáló képeket a szerkesztőségben letétbe kellett helyezni. Én egy előadáson láttam a kivetített képeket és számomra ez sokkal meggyőzőbb volt, mint a cikkben közölt csupasz számok. Megfelelő kontroll csoporttal igazolták, hogy az elváltozásokat nem a transzgen által kódolt lektin okozta, de hogy mi, arra ma sincs válasz. A GM-krumpli **hőkezelése után a hatás elmaradt**. Ezt azért hangsúlyozom, mert megszüntetni csak egy ténylegesen létező hatást lehet, nem-létezőnél ez aligha sikerülhet. Sajnos erre a tényre Pusztaiék nem hívták fel a figyelmet, mert ők a veszjelzést tartották elsődleges feladatuknak.

A GM-élelmiszereket hőkezelés után szokták fogyasztani, tehát ez a veszélyforrás jelenleg csupán potenciális. A bél alkalmazkodása sem jelent okvetlenül károsodást; de mi van azoknál, akiknél a bél már nem képes alkalmazkodni? Nem tudjuk, hogy az ember ugyanúgy reagál-e, mint a patkány, mekkora dózisonál és tartamnál reagál, és, hogy hogyan reagálnak a társadalom fokozottan sérülékeny csoportjai.

Pusztaiék ugyancsak a Lancet-cikkben közölték a bélhámsejtek között előforduló **limfociták** számának szignifikáns növekedését a GM-krumplival etetett csoportban. Nem közölték le viszont azokat a vizsgálatokat, amelyekben a vérplazmából izolált limfociták **stimulálhatóságának** csökkenését tapasztalták. A csökkenés a háromféle stimulálási szintnek általában csak egyik vagy másik szintjén mutatkozott meg és nem mindig konzekvensen, ezért a későbbi bírálók a kísérleteket „zavarosnak” nevezték.

A legkevésbé meggyőzőek a **belső szervek nedves súly** mérési adatai voltak, egyrészt a rossz reprodukálhatóság miatt, másrészt azért, mert ezeket befolyásolhatja a citokinek felszabadulása, a vágás során történő kivérzés mértéke, a maradék vér süllyedése, tehát minden a keringést befolyásoló tényező. Eleinte sajnos pont ezeket az adatokat kapta fel a sajtó és egyes zöld szervezetek propagandája („a Frankenstein-food agyzsugorodást okoz”).

Tehát minél fenyegetőbbek az elváltozások, a kísérletek bizonyító ereje annál gyengébb. Másrészt viszont növelik a bizonyító erőt **az egyes elváltozások közötti összefüggések**. A legkifejezettebb elváltozások az emésztő traktusban jelentkeztek, tehát az élelem bejutásának helyén. Megindult a legreaktívabb limfociták kiáramlása a megváltozott (károsodott?) bélhámba, miáltal a maradék limfociták gyengébben reagáltak. A szervsúlyok változásai közül a hasnyálmirigy (pancreas) növekedése volt megismételhető, összhangban azzal, hogy egyes hatásokra a bél nyálkahártya és a hasnyálmirigy együttesen reagál.

SZEKÉRTÁBOROK KIALAKULÁSA

A pro-GM tábor Pusztait hol nyíltan, hol burkoltan **csalással** vádolta. Egész véletlen, hogy 1997-ben három hetet tölthettem Pusztai laboratóriumában. A GM-mel kapcsolatos munkákban nem vettem részt, mégis betekintést nyerhettem a munkák színvonalába és csak a legjobbakat mondhatom. Egyébként a kísérleti adatokat a beosztott kutatók „termelték”, a 98 augusztusában rajtaütésszerűen elkobzott kísérleti jegyzőkönyvekben az ellenfelek nem találták csalás nyomait, ez fel sem merült. Az utolsó immunológiai kísérletet az ellenfelek fejezték be, még pedig az előzőhöz hasonló eredménnyel. A szövettani blokkokat nem tudták ugyan elkobozni, itt azonban a kiértékelés, sőt még a szövettani előkészítés is „vakon” történt.

A Pusztai-Ewen kísérletet **szakmailag** is sokan és hevesen támadták, de a magam részéről egyetlen olyan kritikát sem olvastam, amelyet elfogadhatónak, helytállónak

tekinthetnék. A legtöbb kritika célt téveszt a jól megválasztott kontrollok következtében. **A Pusztai-Ewen kísérletek eredményeit tehát komolyan kell venni**, vitatkozni inkább azon lehet, hogy ezek alapján mit kellene tennünk.

A heves viták miatt feltétlenül szükséges lett volna a kísérletek mások általi **megisméltése** ugyanazzal a gén-konstrukcióval vagy egy másikkal. Ez nem történt meg, ha csak valamelyik biotech cég titokban meg nem tette. Független kutatók be tudnak szerezni ugyan GM-növényeket, de a biotech cégek nem árulják el, hogy melyik volt a módosítatlan („szülői”) törzs, tehát nincs meg a megfelelő kontroll, és pénzt is nehezen lehetne szerezni a kísérletekhez. Azonosítani kellene a változásokat létrehozó tényezőket is, amire Pusztainak már nem volt lehetősége.

Nézzük meg röviden a Pusztai-Ewen kísérletekre adott reakciókat. Pusztait azonnali hatállyal eltávolították munkahelyéről, később a feleségét is, Ewen-t pedig nyugdíjazták. Ma már jól dokumentált, hogy a legmagasabb rangú politikusok döntöttek egy rájuk nem tartozó tudományos kérdésben (Rowell, 2003) és ha meg is kérdezték a tudományos tanácsadókat, ezek különböző szálakon keresztül a biotechnológia gyors sikerében voltak érdekelték. Szakmai értékelésre már azért sem volt lehetőség, mert a politikusok szinte azonnal reagáltak és utasítottak. A politikusok álláspontját vette át aztán a különböző országok tudományos elitje is. **A politikának a tudományba való, gazdasági okokra visszavezethető beavatkozása rendkívül veszélyes precedenst teremt**, ezért fogtam én is tollat annak idején (Baintner, 1999). Pusztaiék hatalmas gazdasági érdekeket sértettek és gyalázatos kampány folyt ellenük, ami ma már jól dokumentálva van (Rowell, 2003). Bár naponta találkozunk a legkétesebb gyógyászati eljárásokkal, például természetfeletti tulajdonságokkal rendelkező vizekből egyedül nálunk négy-öt-félét árusítanak, de más országokban is hasonló a helyzet, a politika csak ott avatkozik be, ahol a tét nagyon nagy. Ugyanakkor **a tudományban az igazság kiderítése nem mellékcél, hanem létkérdés**, nélküle a tudomány üres szertartássá silányulna.

A brit **fogyasztó**, akit épp akkoriban „etettek meg” a BSE „veszélytelenségével” és egy sor más maszlaggal, érezte, hogy a pénz újra fontosabb, mint az egészségkárosodási rizikó, Pusztainak hitt és mártírnak tekintette őt. Ez a „bumeráng hatás” már egymagában is mutatja, hogy **a tudományos és politikai elit rosszul reagált**. A társadalom polarizálódott a hívők és a hitetlenek irányában (az elnevezések felcserélhetőek).

ÚJABB VITATEREK

Madách Imre még a Föld kihűlése miatt aggódott, a mai ember a globális felmelegedés miatt. A különbség az, hogy ma az emberek tömegeinek van meg az idejük az aggódásra a különböző káros jelenségek miatt, különösen, ha a TV-műsor is rossz. Nyugaton az aggódó emberek jelentős pénzüsszegeket is meg tudnak mozgatni. Ez az aggódás környezetvédelmet, állatvédelmet és sok más hasznos dolgot eredményez, most azonban a vadhajtásokkal szeretnék foglalkozni.

Közhely elmondani, hogy korunkban rendkívül felgyorsult a tudomány és a civilizáció fejlődése. Amikor még az egyetemi oktatók sem képesek követni a tudomány új eredményeit, a laikus menthetetlenül lemarad és nosztalgiával tekint vissza az elmúlt világra, ahol olyan szépen, csendesen lehetett élni. Szeretné megállítani a száguldó lovakat, mert az árokba fogják borítani a kocsit! Sokan várják azt a szakembert, aki pont azt fogja mondani a világról és a tudományról, amit ők szeretnének (wishful thinking). **Ha emberek tömegei várják a „megváltást”, akkor a „messiások” meg is jelennek.**

Ezeknél a „messiásoknál” felismerhetők bizonyos közös vonások: Jelentős tudományos képzettséggel rendelkeznek, de valamilyen ok folytán kikerültek a mai, erősen kompetitív tudományos élet perifériájára. Nem remélhetik grant-ok elnyerését, nem tartoznak kutatócsoportokhoz vagy intézményekhez (legfeljebb az ajtajukra írják ki egy hangzatos intézmény-nevet), kimaradnak a kísérletes munkákból, viszont hozzájutnak a szakirodalomhoz, amit a kívülállók sértődöttségével értelmeznek és kritizálnak. A modern tudományt léggömbnek tekintik és egy gombostű segítségével próbálnak a tudomány élvonalába kerülni, ami nagyon csábító lehetőség.

Amennyiben megvan a normális életvitelünkhöz szükséges jövedelmünk, akkor az emberiség megmentőjének lenni sokkal nagyobb kielégülést jelent, mint egy lottó főnyeremény. Az egyik ember a szörnyű GM-veszedelemtől próbálja megmenteni az emberiséget, a másik pedig épp a GM-ben látja az éhező gyermek-százmilliók megmentésének lehetőségét. A pro-GM messiások feltupírozzák a növényi biotechnológia eredményeit, az anti-GM messiások szerint pedig az amerikai farmer pusztán a biotech cégek általi reklámnak dől be. Erről azonban nem a farmert igyekeznek meggyőzni, (kutyát uszítana rájuk), hanem főként a nagyvárosi széplelkű úriasszonyokat.

Bármennyire sikeressé vált is a növényi biotechnológia, a fejlesztéseknél sok a rossz hatáskörű, a nagyszámú selejtet eredményező lépés, továbbá a genomba való beépülés irányíthatatlansága is problémát jelent. Az elkészült GM-termékek sem hoznak mindig gazdasági sikert. A frusztrált szakemberek mindebből azt a következtetést vonják le, hogy az összes problémának egyetlen közös oka van, mégpedig az, hogy **(szerintük) tévesek a biotechnológia molekuláris alapjai**. Szerintük az elfogadott nézeteket megcáfolja az alternatív splicing, a DNS metilezés és a humán genóm projekt sokféle eredménye. De hogy a régi ismeretek helyett milyen működőképes új rendszer képzelhető el, arról bölcsen hallgatnak. Akár a népmesében, egyik is, másik is hozzátesz valamit vagy csavarint egyet a dolgokon. Mindezt aztán visszavetítik a GM-élelmiszerek biztonságosságára és a végeredmény (még a legfinomabban fogalmazva is) „**tévedésekre alapozott hisztériakeltés**” lesz. Úgy gondolják, hogy sikerül kihúzni a szőnyeget a biotechnológia hatalmas agyagbálványa alól és az recsegve-ropogva fog összeomolni az ölében tartott biotech cégekkel együtt. A valóság azonban az, hogy a modern tudomány különböző részei **szövedékszerűen** annyi szállal kapcsolódnak egymáshoz, hogy lehetetlen egyes részeket önkényesen kiemelni vagy eltávolítani, de különösen nem lehet ezt megtenni a cáfolásra hivatott kísérletes bizonyítékok nélkül. A tudomány fejlődése során valóban el kell távolítani néhány szű-ette gerendát, de nem ez a jellemző, hanem inkább az, hogy a meglévő szilárd alapokra egyre újabb tudomány-területek épülnek.

Egyik cikkemben (*Baintner*, 1999) én is hozzájárultam egy népmese terjesztéséhez: felejtjük el, hogy a növényi biotechnológiában általánosan használt CaMV 35S promóter majdnem azonos lenne a hepatitis B vírus promóterével (mea culpa)!

GAZDASÁGI KÉRDÉSEK

A fogyasztótól nem várható, hogy eligazodjon azokban a tudományos kérdésekben, ahol adatok híján még a szakemberek sem mindig tudnak egységes álláspontot kialakítani. Ugyanakkor azonban **a fogyasztó is hisz valamit** és eszerint vásárol, ha egyáltalán van választási lehetősége. Tegyük félre ezért most a biztonsági kérdéseket és legyen vizsgálatunk tárgya a termelő, a vásárló és az országhatár.

A jogi akadályok megszűntével az EU fokozatosan be fogja engedni a GM-élelmiszereket és engedélyezni fogja a GM-növények termesztését is. Az egyes tagországok hozhatnak ugyan az EU-szabályoknál szigorúbb szabályokat, de enyhébbeket nem. Hazai kukorica termesztésünk és a nagyon kis szója termesztésünk organikus (GM-mentes) vetőmagon alapul, viszont a takarmányozási célra importált amerikai szójabab nagyrészt GM. Ez a rendszer egyrészt biztosítja az állattartáshoz szükséges fehérje-takarmányt (a kukorica és a gabona kiegészítésére), másrészt termékeink garantált GM-mentessége előnyt biztosít az igényesebb piacokon. Az egyik külföldi cég például biztonságosabbnak látta, hogy az egyik nyugati országból hazánkba hozza kukorica vetőmag termesztését. Tehát a jelenlegi **GM-mentességünk bizonyos gazdasági előnyökkel jár**, ami a későbbiekben vagy javul vagy eltűnik. „Szüzességünket” könnyen és vidáman elveszthetjük, de nagyon **nehéz visszaszerezni**. Kérdés, hogy melyik helyzetben lesz előnyösebb a fekvésünk. Mindenesetre egy „GM-Európában” aligha leszünk képesek megőrizni mentességünket, a GM-vetőmag illegálisan is könnyen bekerülhet az országba.

Egyik anti-GM szakemberünk hívta fel a figyelmet arra, hogy nálunk nem azonos a kukorica-moly elterjedtsége, mint az USA-ban, az ottani előnyök ismételtetésére tehát nincs garancia. A biotech cégek nyilván már rendelkeznek itthoni kísérleti adatokkal. A GM-növények palettája egyébként jóval szélesebb annál, minthogy a rovar-ellenes hatásra korlátozódna, és ez a paletta egyre bővül.

IRODALOM

- Baintner K. (1999). A genetikai módosítás és a félremódosított tájékoztatás. *Biokémia*, 23. 64-67.
- Ewen S.W.B., Pusztai A. (1999). Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *Lancet*, 354. 1353-4.
- Hall L., Topinka K., Huffman J., Davis L., Good A. (2000). Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. *Weed Science*, 48. 688-694.
- Hoffmann-Riem H., Wynne B. (2002). In risk assessment, one has to admit ignorance. *Nature*, 416. 123.
- Rowell A. (2003). Don't worry, it's safe to eat. Earthscan Publications Ltd., London-Sterling.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Baintner Károly

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.*

Tel.: + 36-82-314-155, Fax: + 36-82-320-175

e-mail: baintner@mail.atk.u-kaposvar.hu